

[Home](#) [About sipo](#) [News](#) [Law&policy](#) [Special topic](#)

SITE SEARCH



Enclosing technology for miniature electric mechanical structure

Application Number	99132966	Application Date	2000.11.15
Publication Number	1296287	Publication Date	2001.05.23
Priority Information	US99/441,190/1999/11/15		
International Classification	H01H9/00;H01H9/02;H01L41/053;H02N2/00;H02N11/00		
Applicant(s) Name	JDS Uniphase Corp.		
Address			
Inventor(s) Name	Robert L. Wood;Bruce W. Dadelo		
Patent Agency Code	11038	Patent Agent	wang marius

Abstract

A method of encapsulating microelectromechanical (MEMS) structures is provided wherein the MEMS structures are formed on a substrate and encapsulated prior to packaging thereof. A sacrificial material is first deposited over the substrate to cover at least a portion of the MEMS structure. An encapsulation material is then deposited over the sacrificial material such that the encapsulation material covers at least a portion of the sacrificial material over the MEMS structure. The sacrificial material is subsequently removed such that the encapsulation material forms a shell spaced apart from and covering the MEMS structure and permits the intended operation of the MEMS structure. Associated MEMS devices fabricated using a method of encapsulating MEMS structures according to embodiments of the present invention are also provided.

[Machine Translation](#)[Clone](#)[SITE MAP](#) | [CONTACT US](#) | [PRODUCTS&SERVICES](#) | [RELATED LINKS](#)

Copyright © 2003 SiPO. All Rights Reserved

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 41/053

[12] 发明专利申请公开说明书

H02N 2/00 H02N 11/00

H01H 9/00 H01H 9/02

[21] 申请号 00132966.9

[43] 公开日 2001 年 5 月 23 日

[11] 公开号 CN 1296297A

[22] 申请日 2000.11.15 [21] 申请号 00132966.9

[30] 优先权

[32] 1999.11.15 [33] US [31] 09/441,190

[71] 申请人 JDS 尤尼费斯公司

地址 加拿大安大略

[72] 发明人 罗伯特·L·伍德

布鲁斯·W·达德利

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

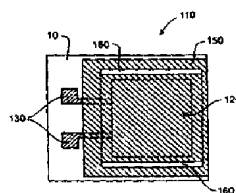
代理人 王茂华

权利要求书 4 页 说明书 9 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 微型电动机械结构的包封工艺

[57] 摘要

公开一种包封微型电动机械(MEMS)结构的方法,其中 MEMS 结构形成在衬底上并在封装前被包封。牺牲材料首先被沉积在衬底上以覆盖至少部分 MEMS 结构。接着包封材料沉积在牺牲材料上使得包封材料覆盖 MEMS 结构上的至少部分牺牲材料。随后牺牲材料被除去,从而包封材料形成一壳体,其与 MEMS 结构间隔开并覆盖 MEMS 结构以允许 MEMS 结构的预定操作。也提供用本发明各实施例的包封 MEMS 结构的方法制作的相关 MEMS 结构。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种包封微型电动机械 (MEMS) 装置的方法, 所述装置在其封装之前形成于衬底上, 所述方法包括步骤:

在衬底上沉积牺牲材料以覆盖至少一部分 MEMS 装置;

在牺牲材料上沉积包封材料, 使得所述包封材料覆盖 MEMS 装置上的至少一部分牺牲材料; 以及

除去牺牲材料, 使得包封材料形成一个壳体, 其与 MEMS 装置间隔开并覆盖 MEMS 装置, 以及允许 MEMS 装置的预定操作。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其中沉积牺牲材料的步骤还包括在衬底上沉积可除去的光致抗蚀剂以覆盖至少一部分 MEMS 装置。

3. 如权利要求 2 所述的方法, 其中沉积牺牲材料的步骤还包括沉积牺牲材料以完全覆盖 MEMS 装置的步骤。

4. 如权利要求 1 所述的方法, 还包括步骤: 形成与牺牲材料相关的图形以有选择地限定在随后的操作期间由牺牲材料覆盖的 MEMS 装置的区域。

5. 如权利要求 4 所述的方法, 其中形成与牺牲材料相关的图形的步骤还包括限定由包封材料保护的 MEMS 装置的区域。

6. 如权利要求 1 所述的方法, 还包括在牺牲材料沉积后在牺牲材料中限定至少一个开口以暴露一部分衬底的步骤。

7. 如权利要求 6 所述的方法, 其中限定牺牲材料中至少一个开口的步骤包括限定用于锚点的一个开口。

8. 如权利要求 7 所述的方法, 其中限定牺牲材料中至少一个开口的步骤包括除去一部分牺牲材料并暴露一部分 MEMS 衬底从而形成锚点。

9. 如权利要求 6 所述的方法, 其中沉积包封材料的步骤还包括在牺牲材料上沉积包封材料, 所述包封材料在其暴露部分处与 MEMS 衬底啮合。

10. 如权利要求 1 所述的方法, 其中沉积包封材料的步骤还包括

在牺牲材料上沉积光可成象环氧树脂。

11. 如权利要求 1 所述的方法，其中沉积包封材料的步骤包括以足够厚度沉积包封材料以形成 MEMS 装置周围的包封壳体。

12. 如权利要求 1 所述的方法，还包括限定包封材料中至少一个开口以暴露一部分牺牲材料的步骤。

13. 如权利要求 12 所述的方法，还包括步骤：形成与包封材料相关的图形以有选择地限定在随后的操作期间由包封材料覆盖的 MEMS 装置的区域。

14. 如权利要求 1 所述的方法，其中沉积包封材料的步骤包括在牺牲材料已经被构图以及除去相应部分后在牺牲材料上沉积包封材料。

15. 如权利要求 1 所述的方法，还包括在可触及 MEMS 装置的选择区域上除去包封材料的步骤。

16. 如权利要求 1 所述的方法，其中除去牺牲材料的步骤还包括除去牺牲材料使得包封材料形成一个壳体，其与至少一部分 MEMS 装置间隔开并覆盖至少一部分 MEMS 装置，从而允许 MEMS 装置的预定操作。

17. 如权利要求 16 所述的方法，其中除去牺牲材料的步骤包括从与包封材料不接触的区域上除去牺牲材料。

18. 如权利要求 17 所述的方法，其中除去牺牲材料的步骤还包括包封材料沉积后从可外部触及的部分 MEMS 装置上除去牺牲材料。

19. 如权利要求 1 所述的方法，还包括在除去牺牲材料的步骤之前有选择地使包封材料不溶解的步骤。

20. 一种包封微型电动机械（MEMS）装置的方法，所述装置在其封装之前形成在衬底上，所述方法包括步骤：在 MEMS 装置上沉积包封材料使得包封材料形成一个壳体，其与 MEMS 装置间隔开并覆盖 MEMS 装置，从而允许 MEMS 装置的预定操作。

21. 一种包封的微型电动机械（MEMS）装置，包括：

具有至少一个 MEMS 装置形成在其上的微电子衬底；以及

一个包封盖, 连接到衬底上并在至少一部分 MEMS 装置上形成一个壳体从而允许 MEMS 装置的预定操作。

22. 如权利要求 21 所述的 MEMS 装置, 其中微电子衬底限定用于所述盖的锚点, 所述锚点固定到位。

23. 如权利要求 21 所述的 MEMS 装置, 其中包封盖通常包括垂直支撑件和大致水平的区段。

24. 如权利要求 22 所述的 MEMS 装置, 其中包封盖包括一个壳体, 其在锚点处被连接到微电子衬底上。

25. 如权利要求 24 所述的 MEMS 装置, 其中包封盖限定可触及壳体下面的 MEMS 装置的通路区。

26. 如权利要求 21 所述的 MEMS 装置, 其中包封盖由环氧材料形成。

27. 如权利要求 26 所述的 MEMS 装置, 其中封装盖由光刻可构图材料构成。

28. 如权利要求 21 所述的 MEMS 装置, 其中包封盖是微型电动机机械制作的装置。

29. 一种中间微型电动机机械 (MEMS) 装置, 包括:
具有至少一个 MEMS 装置形成在其上的微电子衬底;
衬底上的牺牲层, 其覆盖至少一部分 MEMS 装置; 以及
牺牲层上的包封层, 其覆盖 MEMS 装置上的至少一部分牺牲层并被连接到微电子衬底上。

30. 如权利要求 29 所述的中间 MEMS 装置, 其中所述微电子衬底限定用于包封层的锚点, 所述锚点被固定到位。

31. 如权利要求 30 所述的中间 MEMS 装置, 其中所述包封层包括一个壳体, 其具有在锚点处连接到微电子衬底上的支持件。

32. 如权利要求 29 所述的中间 MEMS 装置, 其中所述包封层由环氧材料构成。

33. 如权利要求 32 所述的中间 MEMS 装置, 其中所述包封盖由光刻可构图材料构成。

34 如权利要求 29 所述的中间 MEMS 装置，其中所述包封层是微型电动机械制作的结构。

35. 一种具有结合微型电动机械（MEMS）装置的操作装置的系统，所述系统包括：

到 MEMS 装置的一个输入端，至少部分输入来自操作装置；

一个 MEMS 装置，具有一个包封盖，在至少一部分 MEMS 装置上形成一个壳体并与其间隔开从而允许 MEMS 装置的预定操作；以及来自包封的 MEMS 装置的一个输出端，至少一部分提供到操作装置中。

36. 如权利要求 35 所述的系统，其中操作装置包括高压开关、回转仪、和惯性传感器中的至少一个。

37. 如权利要求 35 所述的系统，其中操作装置能导光和控制气流之一。

微型电动机机械结构的包封工艺

本发明涉及微型电动机机械装置和相关制作方法，特别涉及微型电动机机械结构和相关微型电动机机械装置的包封工艺。

目前，鉴于微型电动机机械结构（MEMS）和其他微工程装置的大小、成本和可靠性优点，这些装置已经被开发用于广泛的各种应用中。产生了 MEMS 装置的许多不同种类，包括微型传动装置、微型马达、以及适于运动或提供机械力的其他微型机械装置。这些 MEMS 装置能用于各种应用中，包括其中使用 MEMS 泵或阀的水力应用、包括 MEMS 光阀和光闸的光学应用、以及包括 MEMS 继电器的电学应用。

MEMS 装置依靠各种技术以在这些微型结构中提供引起理想的机械运动所需的力。例如，静电致动器已经用于致动 MEMS 装置。例如参见转让给 MCNC（也是本发明的受让人）的美国专利申请系列号 No.09/320, 891，其描述了具有静电微型致动器的 MEMS 装置，其内容以引用的方式结合在本申请中。另外，致动器或其他 MEMS 部件的受控热膨胀是在这些 MEMS 结构中提供用于引起理想机械运动所需的力的技术的另一个例子。例如参见转让给 MCNC（也是本发明的受让人）的美国专利 No.5, 909, 078 和美国专利系列号 No.08/936, 598 和 08/965, 277，其描述了具有热致动微型致动器的 MEMS 装置，其内容以引用的方式结合在本申请中。

一旦制作出 MEMS 装置，整个装置必须经历随后的封装步骤以将 MEMS 装置加工成可用形式。这些封装步骤可包括如晶片切割、组装、引线键合、以及包封处理。由于在各单独步骤中对所述装置的深入加工，典型的 MEMS 装置不可能经受得住这些封装步骤。由于 MEMS 装置中使用的致动器结合机械运动以实现具体 MEMS 装置的所需功能以及由于 MEMS 装置可包括附加机械敏感部件，所以 MEMS 装置通常存在特别具有挑战性的封装问题。

常规集成电路包封封装是典型的共形表面涂覆。然而，由于难于对 MEMS 装置的机械敏感部件周围提供必要清洁，所以共形涂覆不适于封装 MEMS 装置。

封装 MEMS 的另一种方法是制作一个分离的“盖”结构，然后在封装前将其键合到 MEMS 管芯上。但是分离盖方法的缺点在于：当盖键合到晶片层上的管芯上时，整个 MEMS 管芯被覆盖，从而在随后的封装过程中阻止了物理或电气触及 MEMS 管芯。

因此，存在一种对 MEMS 装置的包封过程的需要，其适于在随后的封装步骤期间与 MEMS 装置的机械敏感部件相容并能保护 MEMS 装置的机械敏感部件。最好，MEMS 装置的包封过程利用常规的半导体制作技术和设备，从而不需要特殊的措施。此外，包封过程最好能够有选择地包封部分 MEMS 装置，同时使得其他部分免于包封，例如，不需要包封或在随后的封装过程中必须可外部触及的部分。另外，MEMS 装置的包封过程最好成本经济并允许在 MEMS 装置的包封后使用常规的低成本的封装技术。

本发明可满足上述和其他需要，一个实施例中，本发明提供了一种在封装前包封形成在衬底上的微型电动机械（MEMS）结构的方法。首先，牺牲材料沉积在衬底上以覆盖至少一部分 MEMS 装置。接着，包封材料沉积在牺牲材料上使得包封材料覆盖 MEMS 结构上的至少一部分牺牲材料。随后除去牺牲材料使得包封材料形成一个壳体，其与 MEMS 结构间隔开并覆盖 MEMS 装置，从而允许 MEMS 结构的预定操作。

根据本发明的另一个优选实施例，沉积牺牲材料的步骤还可包括将可除去的光致抗蚀剂沉积在衬底上以覆盖至少一部分 MEMS 结构，在一些情况下，光致抗蚀剂完全覆盖 MEMS 结构。此外，包封 MEMS 结构的方法可包括形成与牺牲材料相关的图形的步骤，从而有选择地限定随后操作期间被覆盖的 MEMS 结构的区域。牺牲材料也可限定通过包封材料保护的 MEMS 结构的区域。

本发明的有利实施例也可包括在沉积后限定牺牲材料中至少一个

开口的步骤，以暴露至少一部分衬底，衬底的暴露部分包括例如锚点。另外，沉积包封材料的步骤可进一步包括在牺牲材料上沉积包封材料使得牺牲材料与 MEMS 衬底在其暴露部分处啮合，其中，包封材料可包括例如光可成象环氧树脂，其具有足够的厚度以形成 MEMS 结构周围的包封壳体。包封材料已经沉积到牺牲层上之后，限定包封材料中的至少一个开口以暴露至少一部分牺牲材料。包封 MEMS 结构方法的一些实施例包括形成与包封材料相关图形以有选择地限定随后操作期间通过包封材料覆盖的 MEMS 结构的区域的步骤。通常，沉积包封材料的步骤包括已经构图牺牲材料并除去相应部分后在牺牲材料上沉积包封材料。

在一些例子中，除去牺牲材料的步骤可进一步包括除去牺牲材料使得包封材料形成一个壳体，其与至少一部分 MEMS 结构间隔开并覆盖至少一部分 MEMS 结构，从而允许 MEMS 结构的预定操作，其中通常从不希望与包封材料接触的 MEMS 结构的区域上除去牺牲材料。另外，除去牺牲材料的步骤可进一步包括从在包封材料的沉积后可外部触及的 MEMS 结构的部分上除去牺牲材料。在除去牺牲材料的步骤之前，包封 MEMS 结构的方法的实施例包括使包封材料有选择地不溶解以使其更耐用并不受随后的处理步骤的影响。因此，在封装之前包封形成在衬底上的 MEMS 结构的方法通常包括在 MEMS 结构上沉积包封材料使得包封材料形成一个壳体的步骤，该壳体与 MEMS 结构间隔开并覆盖 MEMS 结构，从而允许 MEMS 结构的预定操作。

本发明的另一个有利方面包括包封的 MEMS 结构和包封盖，所述包封的 MEMS 结构具有至少一个 MEMS 结构形成在其上的微电子衬底，所述包封盖连接到衬底上并在至少一部分 MEMS 结构上形成一个壳体从而允许 MEMS 结构的预定操作。衬底可进一步限定盖的锚点，锚点固定到位，包封通常包括垂直支撑件和大致水平区段。在一些例子中，包封盖包括具有在锚点连接到微电子衬底上的支撑件的壳体。另外，包封盖可限定通路区，在那里可触及壳体下面的 MEMS 结构。包封盖可由环氧材料形成，特别地，例如，可由微型电动机械地制作

的光刻可构图材料构成。

本发明的再一方面包括一个中间 MEMS 结构、在衬底上覆盖至少一部分 MEMS 结构的牺牲层、以及牺牲层上的包封层，所述中间 MEMS 结构具有至少一个 MEMS 结构形成在其上的微电子衬底，所述包封层覆盖 MEMS 结构上的至少一部分牺牲层并被连接到微电子衬底上。最好，微电子衬底限定用于包封层的固定锚点，其中包封层包括具有在锚点连接到微电子衬底上的支撑件。包封层最好由环氧材料构成，例如，由微型电动机械地制作的光刻可构图材料构成。

本发明的又一有利方面包括一个系统，其具有结合一个 MEMS 结构的操作装置、到 MEMS 结构的一个输入端、具有包封盖的 MEMS 结构、以及来自包封的 MEMS 结构的一个输出，所述包封盖在至少一部分 MEMS 结构上形成壳体并与其间隔开从而允许 MEMS 结构的预定操作。最好，至少部分输入来源于操作装置，至少部分输出被提供到操作装置上。这样的操作装置可包括，例如，高压开关、回转仪和惯性传感器。更一般地，操作装置可适于例如导光并控制气流。

因此，本发明的实施例提供一种 MEMS 装置的包封过程，其在随后封装步骤期间与 MEMS 装置的机械敏感部件相容并能够保护 MEMS 装置的机械敏感部件。如所述，根据本发明 MEMS 装置的包封过程利用常规的半导体制作技术和设备并适于有选择地包封部分 MEMS 装置，同时使得其他部分免于包封，例如不需要包封或在随后封装过程中必须可触及的部分。此外，根据本发明的包封过程成本经济并允许在 MEMS 装置包封后使用常规的低成本封装技术。

已经叙述了本发明的一些优点，当结合附图考虑，随着后面的描述本发明的其他优点将很明显，所述附图不必要按比例画出，其中：

图 1A-1D 是根据本发明的一个实施例用于包封 MEMS 装置的处理次序的示意性平面图。

图 2 是根据本发明一个实施例的包封的 MEMS 微动继电器的一个例子的平面图。

图 3A-3C 是根据本发明一个实施例的用于包封一个例子或

MEMS 装置的处理次序的断面图。

图 4 是根据本发明一个实施例的包封一个 MEMS 装置的方法的流程图。

现在，参考附图将在下文更全面地描述本发明，其中示出本发明的各优选实施例。但是，本发明可以不同的形式实施并不受在此提出的各实施例的限定；更确切地，提供这些实施例使得公开透彻并完整，以及向本领域普通技术人员完全表述本发明的范围。相同的标号始终代表相同的部件。

图 1A-1D 示意性描述了根据本发明一个实施例的用于包封 MEMS 装置的处理次序。使用已知处理，通常在例如硅晶片的合适衬底 10 上形成 MEMS 装置。由于单独 MEMS 装置的尺寸，多个 MEMS 装置通常形成在单个硅晶片上，其中，如果有附带机构，则每个单独 MEMS 装置及其附带机构整体被称作管芯并通常用标号 110 表示。图 1A 示出其上形成有 MEMS 装置 120 的单个管芯 110。管芯 110 可进一步包括金属结构 130，例如，形成在衬底 10 上并可操作地连接到 MEMS 装置 120 上的键合点 130。键合点 130 允许电连接到 MEMS 装置 120，这是其操作所必要的。通常，到键合点 130 的物理电连接在封装并将 MEMS 装置 120 结合到最终操作结构中之后形成。在一些例子中，在随后的后序制作处理期间或之后，可能需要对 MEMS 装置 120 加以进一步处理。

图 1B 示出沉积在 MEMS 装置 120 上的牺牲层 140。牺牲层 140 最好覆盖至少一部分 MEMS 结构 120 并由例如 Hoechst Celanese 制造的 AZ4620 等可除去的光致抗蚀剂构成。在一些情况下，牺牲材料 140 可完全覆盖 MEMS 结构 120 或整个管芯 110。在本发明的一些实施例中，牺牲材料 140 可接着被构图以有选择地限定随后操作期间 MEMS 结构 120 中被牺牲材料 140 覆盖的区域。牺牲材料 140 也可限定 MEMS 结构 120 中需要进一步保护的区域。如图 1B 中所示，在一些例子中，沉积牺牲层 140 使得其覆盖 MEMS 装置 120 同时键合点 130 和部分衬底暴露在管芯 110 上。

如图 1C 所示，接着将包封层 150 沉积在牺牲材料 140 上，使得包封材料 150 覆盖 MEMS 结构 120 上的至少一部分牺牲材料 140。最好，包封层 150 接触部分衬底和/或 MEMS 装置 120，从而将包封层 150 固定到管芯 110 上。包封层 150 可包括例如不能溶解的光可成象环氧树脂，如 Microlithography Chemical Corp. 制造的 SU-8。一旦包封层 150 已沉积在 MEMS 管芯 110 上，用已知光刻和/或蚀刻技术构图包封层 150 以限定包封层 150 将保留在 MEMS 管芯 110 上的部分。包封层 150 通常构图为暴露键合点 130 用于随后与其的电连接。最好，构图包封材料 150 以通过由包封层 150 限定的至少一个开口 160 暴露至少一部分牺牲材料 140。在本发明特别有利的一个实施例中，包封层 150 被构图以有选择地限定在随后操作期间 MEMS 装置 120 被包封层 150 覆盖的区域。接着通过例如在烘焙后暴露到 UV 光下使包封层 150 不被溶解，如图 1D 中所示，然后通过开口 160 用如湿蚀刻过程蚀刻掉牺牲材料 140。相应地，包封层 150 形成一个壳体，与至少一部分 MEMS 装置 120 间隔开并覆盖至少一部分 MEMS 装置 120，从而允许 MEMS 装置 120 的预定操作。因此，通常从 MEMS 装置 120 中不希望与包封材料 150 接触的区域上除去牺牲材料 140。在一些例子中，从包封层 150 沉积后可外部触及的 MEMS 装置 120 的部分上除去牺牲材料 140。一旦完成 MEMS 装置 120 的包封，将准备对硅晶片 10 加以切割以分离单独的管芯 110。然后，单独的管芯 110 被封装并形成到最终的操作装置中。

图 2 示出了构造为微动继电器 200 的包封 MEMS 装置的平面图。MEMS 微动继电器 200 通常形成在衬底 210 上并包括，例如，一个有源致动器 220、一个继电器结构 230、和一个无源致动器 240。在一些情况下，形成微动继电器 200 的结构还包括其上建立到所述结构的必要电连接的相关键合点 250。键合点 250 例如可形成为对有源致动器 220 提供必要电源或提供到继电器结构 230 的连接的电触点。通常，例如上述的 MEMS 微动继电器 200 这样的 MEMS 装置的操作需要微动继电器 200 的部件的机械运动从而使得该装置按预定操作。关于例

如微动继电器这样的 MEMS 装置的操作可在例如转让给 MCNC (也是本发明的受让人) 的美国专利申请系列号 No.09/383,053 和 09/388,321 中有进一步描述。

为了将例如微动继电器 200 这样的 MEMS 装置结合到最终的操作装置中, 微动继电器 200 必须被封装以保护该装置同时有选择地允许与之触及以建立必要的电连接。因此, 在图 3 中示出了根据本发明一个实施例用于包封 MEMS 装置的处理次序。如图 3A 中所示, 例如可除去的光致抗蚀剂这样的牺牲材料 310 首先被提供到典型的 MEMS 装置 300 上。接着牺牲材料 310 被构图以有选择地限定随后被除去的部分牺牲材料 310 以能触及 MEMS 装置 300 的确定部分。该触及区域可包括例如用于电连接的键合点 320 或用于后序层的锚定区域 260 (如图 2 中所示)。接着蚀刻牺牲材料 310 以形成所需的结构。如图 3B 中所示, 在牺牲材料 310 被构图后, 例如光可成象环氧树脂这样的包封材料 330 沉积在部分 MEMS 装置 300 上。然后包封材料 330 被构图以限定随后被除去的包封材料 330 的部分, 从而提供与下面结构的通路。例如, 可在包括键合点 320 的区域上除去包封材料 330, 从而可与之触及以用于电连接和/或可在牺牲材料 310 的所选择部分上 (在图 2 中作为触及端口 270 示出) 除去包封材料 330, 从而在后序处理中可与之触及。接着包封材料 330 被蚀刻以形成所需的结构。然后例如通过光成象处理使不溶解包封材料 330。在包封材料 330 不溶解之后, 包封的 MEMS 装置 300 经历除去牺牲材料 310 的过程, 例如湿蚀刻过程。触及端口 270 (如图 2 中所示) 允许蚀刻触击未溶解的包封材料 330 下面的牺牲材料 310, 从而除去牺牲材料 310。在一个特别有利的实施例中, 从 MEMS 装置 300 的机械可动部件上除去牺牲材料 310。因此, 如图 3C 中所示, 在除去牺牲材料 310 后, 包封材料 330 的硬壳保留在 MEMS 装置 300 的所选择部分上, 并允许触及 MEMS 装置 300 的临界部分, 例如键合点 320。包封材料 330 的硬壳在锚定区域 260 处贴在 MEMS 装置 300 上 (如图 2 中所示), 以及与 MEMS 装置 300 的机械可动部分间隔开, 从而不妨碍其机械运动。一旦完成该

过程，以可保证随后封装步骤产生最终的操作装置的方式，包封所得到的 MEMS 装置 300，其中 MEMS 装置 300 的机械可动部分或其他敏感部分通过包封材料 330 的硬壳覆盖并保护。包封的 MEMS 装置还可结合到具有到 MEMS 装置的一个输入端和来自 MEMS 装置的一个输出端的系统中。

本发明的再一个有利方面包括一种用于包封 MEMS 装置的方法，如图 4 中所示，在封装前 MEMS 装置通常形成在衬底上。首先牺牲材料沉积在衬底上以覆盖至少一部分 MEMS 装置（块 350）。牺牲材料也可包括例如可除去的光致抗蚀剂。在一些例子中，牺牲材料可完全覆盖 MEMS 装置。其后，包封 MEMS 装置的该方法也可包括形成与牺牲材料相关的图形的步骤，以有选择地限定在随后的操作期间由牺牲材料覆盖的 MEMS 装置的区域，其中这些区域可包括由包封材料保护的部分 MEMS 装置。通常，在牺牲材料中至少限定一个开口，其中开口暴露至少一部分衬底。衬底的暴露部分可用于例如用于后序层的锚点。

接着包封材料沉积在牺牲材料上，使得包封材料覆盖 MEMS 装置上的至少一部分牺牲材料（块 360）。最好，包封材料在其暴露部分（如锚点）与衬底啮合，并可包括例如光可成象环氧树脂。通常以足够的厚度沉积包封材料以形成 MEMS 装置周围的包封壳体，其中可进一步处理包封材料以限定至少一个开口，通过该开口暴露一部分牺牲材料。包封材料的构图有选择地限定在随后的操作期间由包封材料覆盖的 MEMS 装置的区域。而且，包封材料可从与 MEMS 装置触及的区域上选择地除去。接着除去牺牲材料，使得包封材料形成一个壳体，与 MEMS 装置间隔开并覆盖 MEMS 装置，并允许 MEMS 装置的预定操作（块 370）。通常，牺牲材料从与包封材料不接触的 MEMS 装置的区域上除去。在一些例子中，牺牲材料从包封材料沉积后可外部触及的 MEMS 装置的部分上除去。通常，在从 MEMS 装置上除去牺牲材料之前包封材料不溶解。

因此，本发明的各实施例提供一种用于 MEMS 装置的包封过程，

其在随后的封装步骤期间与 MEMS 装置的机械可动部件和敏感部件相容并适于保护所述机械可动部件和敏感部件。根据本发明各实施例用于 MEMS 装置的包封过程利用常规半导体制作技术和设备。这样的处理适于有选择地包封部分 MEMS 装置同时使得其他部分免于包封，例如不需要包封或在随后的封装过程中必须与外部可触及的部分。这些因素组合提供一种包封过程，其成本经济并允许在 MEMS 装置包封后可使用常规的低成本的封装技术。

本发明所属领域的普通技术人员在上述描述和相关附图的指导下，可以想到本发明的各种变形和其他实施例。因此，也可以理解本发明不受在此公开的各具体实施例的限定，各种变形和其他实施例都包括在后附的权利要求的范围内。尽管在此应用了具体的术语，但其仅是一般性和描述意义上的使用，并不是为了限制的目的。

说明书附图

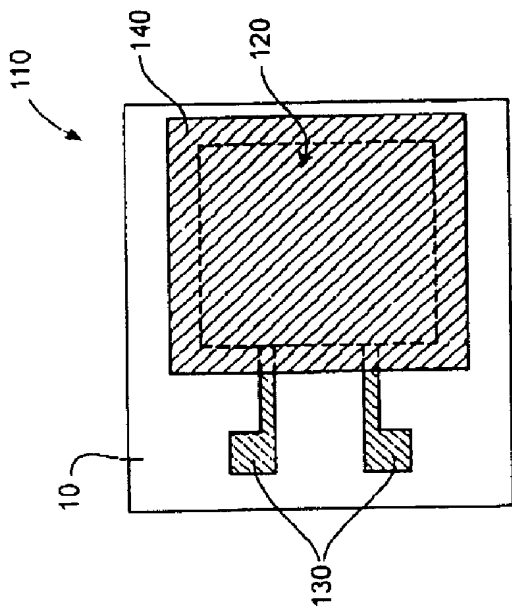


图1b

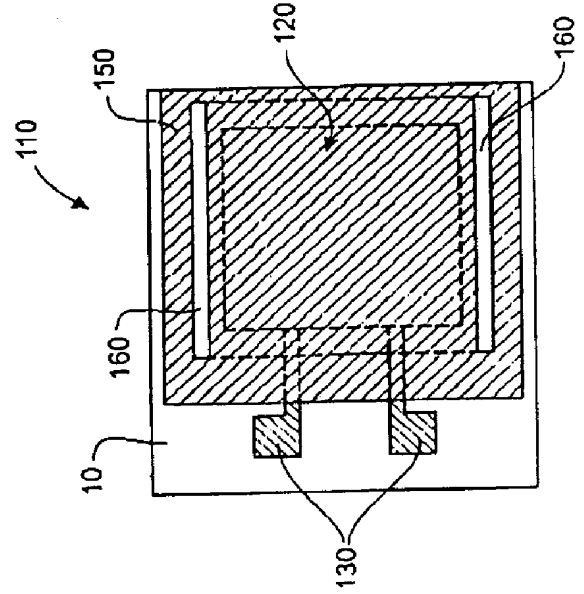


图1d

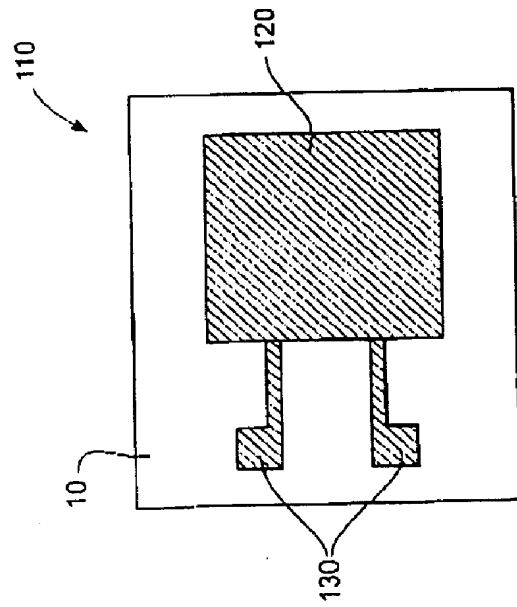


图1a

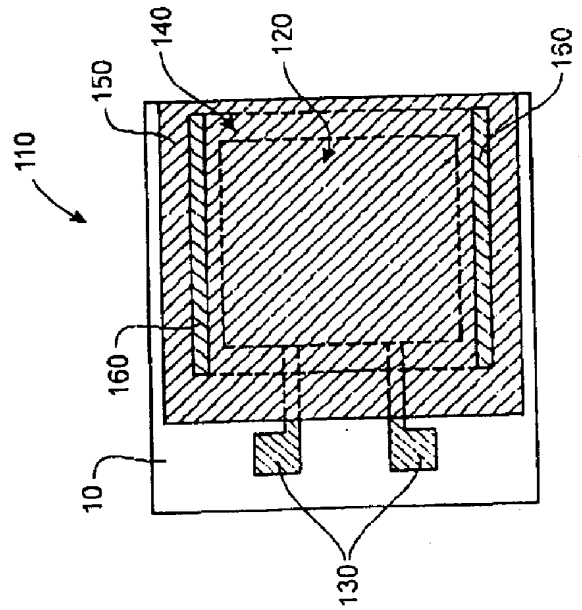
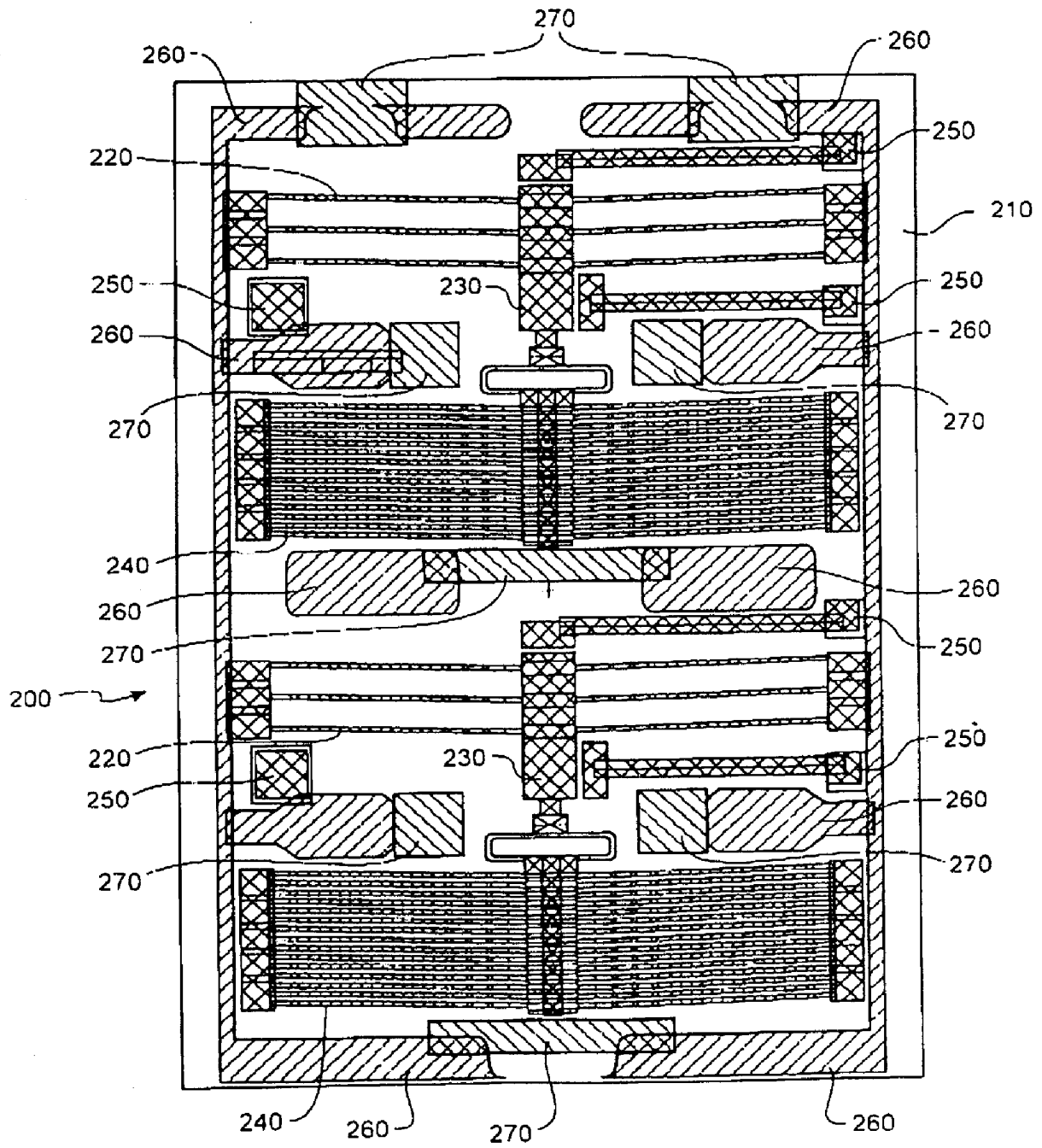


图1c

图 2



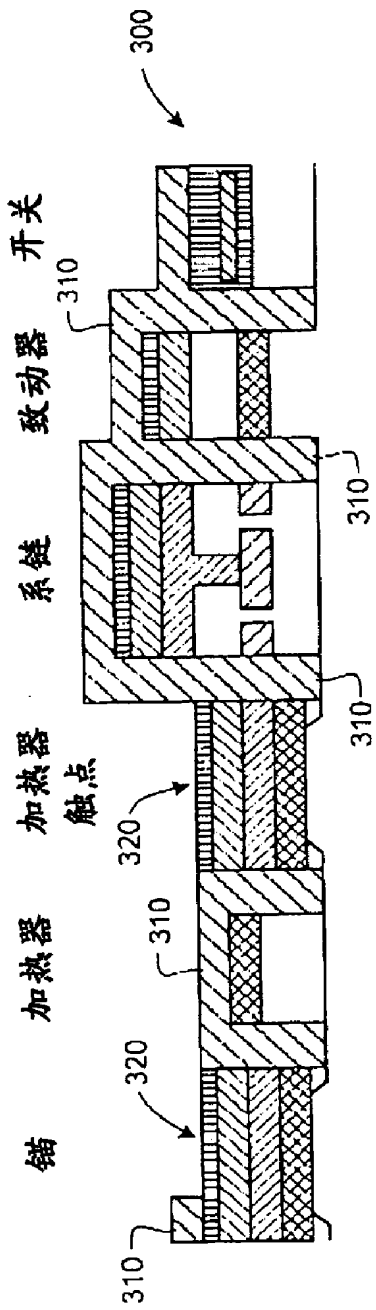


图3a

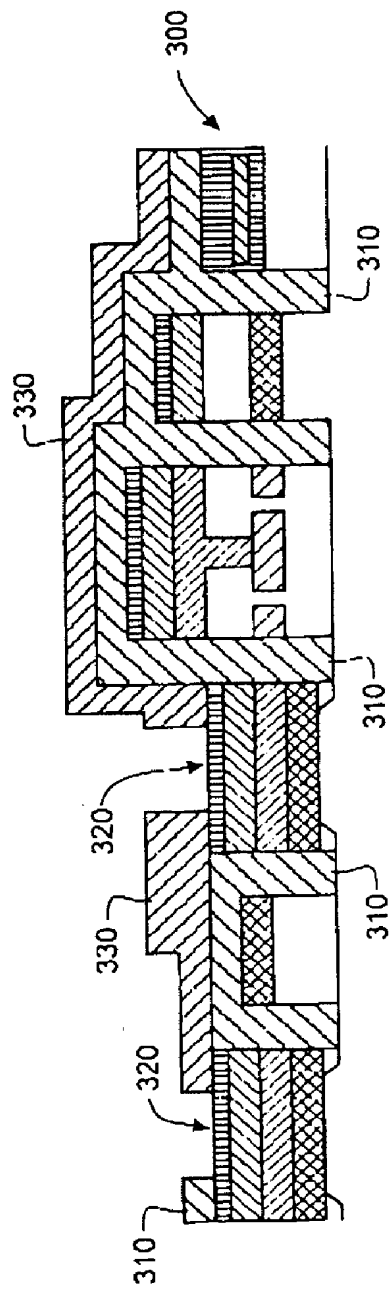


图3b

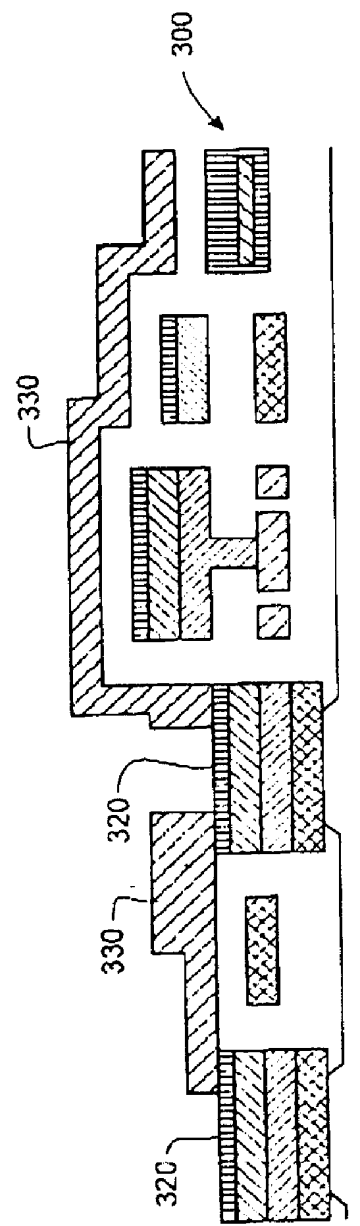


图3c

图4

